

資産リスク

2007.10.3

明治大学大学院 グローバルビジネス研究科

乾孝治

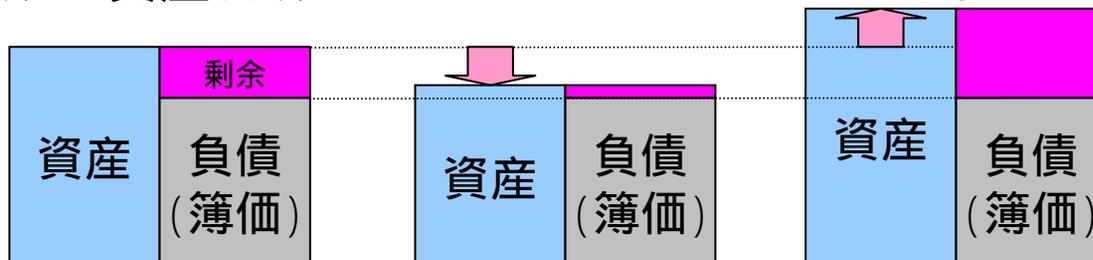
報告の内容

- 負債を経済価値ベース(時価)で評価した場合の資産運用について
- QIS3に示されたSCRの計算方法(資産リスク)
- QIS3へのコメント

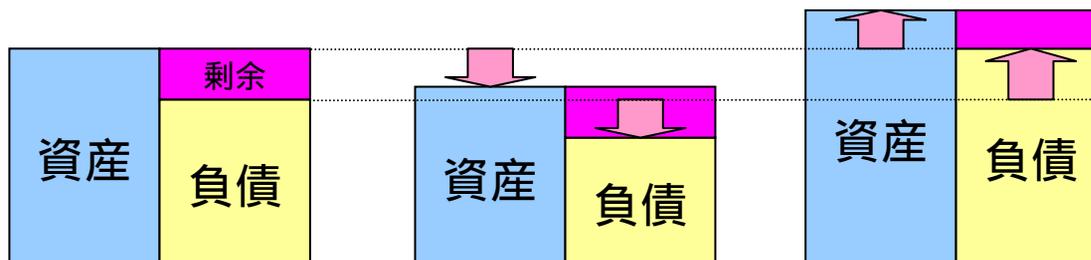
負債を経済価値ベース(時価)で評価した場合
の資産運用について

負債を時価評価した場合のリスク 剰余リスクに注目した枠組み

- 負債が簿価評価の場合
剰余リスク = 資産リスク



- 負債が時価評価の場合
剰余リスク = (資産時価 - 負債時価) リスク



- CEIOPSの必要資本の考え方は、時価基準剰余についてのリスク評価を理論的背景としている

負債を時価評価した場合のリスク SCR計算の理論的背景

○ 剰余

$$S = A - L \Rightarrow \Delta S = \Delta A - \Delta L \quad (1)$$

w_i : i 番目の資産のウェイト
 R_i : i 番目の資産リターン
 $\beta_{L,i}$: 負債 i 資産リターンへの感応度
 ε_k : 負債に固有のその他のリスク

○ アセットリターン, ライアビリティリターン

$$\frac{\Delta A}{A} = \sum_{i=1}^n w_i R_i, \quad \frac{\Delta L}{L} = \sum_{i=1}^n \beta_{L,i} R_i + \sum_{k=1}^m \varepsilon_k \quad (2)$$

○ (1)に(2)を代入

$$\Delta S = \Delta A - \Delta L = A \sum_{i=1}^n w_i R_i - L \left(\sum_{i=1}^n \beta_{L,i} R_i + \sum_{k=1}^m \varepsilon_k \right)$$

ファンディングレシオ

$$\therefore \Delta S = A \left\{ \sum_{i=1}^n \left(w_i - \frac{\beta_{L,i}}{f} \right) R_i - \frac{1}{f} \sum_{k=1}^m \varepsilon_k \right\}, \quad f = \frac{A}{L}$$

負債を時価評価した場合のリスク SCR計算の理論的背景

○ 剰余リスク

$$\Delta S = A \left\{ \sum_{i=1}^n \left(w_i - \frac{\beta_{L,i}}{f} \right) R_i - \frac{1}{f} \sum_{k=n+1}^m \varepsilon_k \right\} = A \left\{ \tilde{\varepsilon}_0 + \sum_{k=1}^m \tilde{\varepsilon}_k \right\}$$

ヘッジ可能リスク

ヘッジ不可能リスク

○ 2ステップアプローチによるSCR (VaR) の計算

は0もしくは0.25
に設定

● 1st ステップ

$$BSCR = h \text{Std}[\Delta S] = \sqrt{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^m \rho_{i,j} CSR_i CSR_j}, \quad CSR_i = A \text{Std}[\tilde{\varepsilon}_i]$$

● 2ndステップ

$$SCR_{mkt} = h \text{Std}[\tilde{\varepsilon}_0] = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \rho_{i,j} MKT_i MKT_j},$$

線形相関法

h: 信頼水準に対応する係数

$$MKT_i = hA \left(w_i - \frac{\beta_{L,i}}{f} \right) \text{Std}[R_i]$$

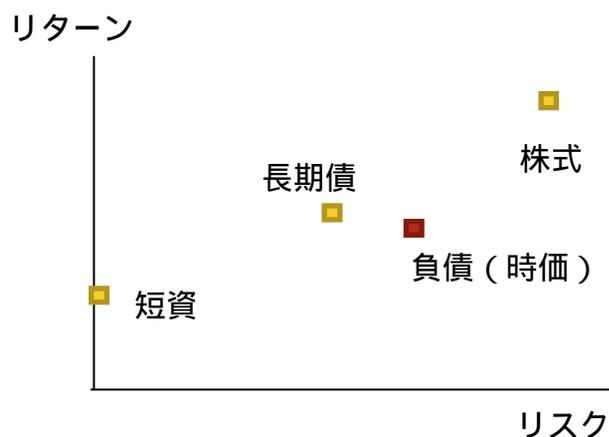
負債を時価評価した場合のリスク SCR計算の理論的背景

- 「線形相関法」が成り立つための前提
 - リスクファクターについて正規分布を仮定
 - 実際の収益率は正規分布とは言えない。
 - 非正規性(ファットテール), 非線形性(連鎖的暴落)などへの対処
 - 正規分布の前提で求めた99.5%VaR推定値を保守的に修正
 - 相関係数の分散効果を緩和
 - CEIOPSでは, こうした柔軟な対応が可能である点においてシナリオベースアプローチが拡張性に優れより重要とされている
 - リスクファクターの相関係数()が所与
 - 全てのリスクファクターの組み合わせについて, 相関係数を決めることは困難
 - 例えば, 解約リスクと為替リスク
 - 2ステップアプローチ
 - 1st: 株式, 不動産, 金利, 為替などの相関係数を所与として計算
 - 2nd: 資産, 生保負債, 損保負債などの相関係数を所与として計算

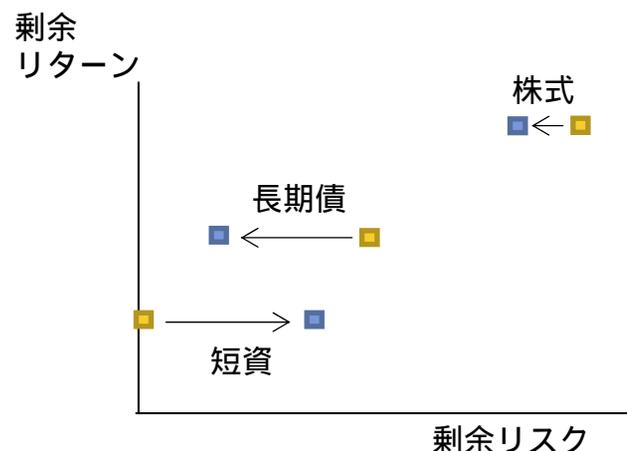
負債を時価評価した場合のリスク 剰余リスクからのインプリケーション

- 負債と連動する資産は剰余リスクを軽減

資産のリターン/リスク



剰余のリターン/リスク

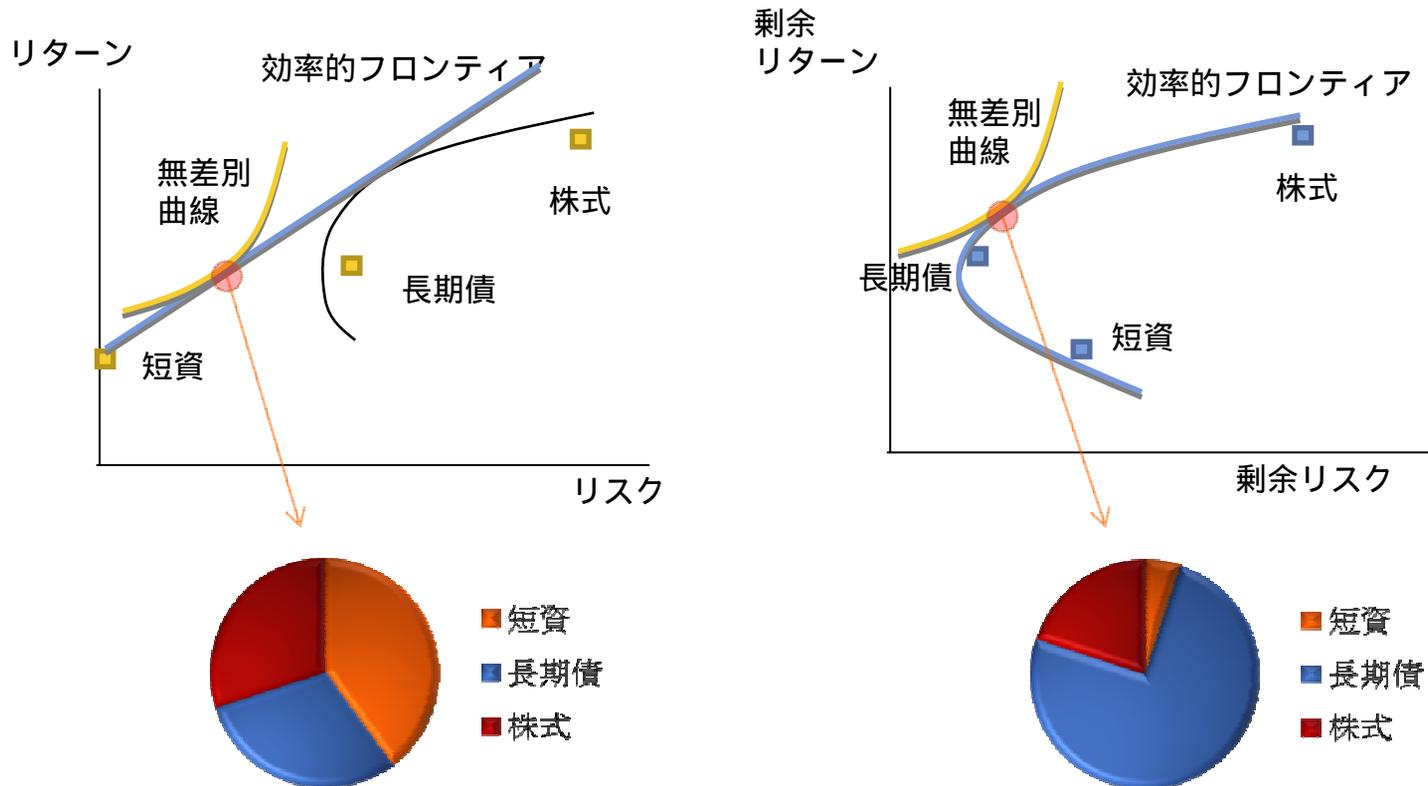


- 金利リスクは負債における主なリスク要因と考えられるので、長期債は従来よりも安全な資産として評価される
- 一方、従来無リスク資産と位置づけられていた短資は、剰余リスクで評価すると(負債との連動性が無いため)大きなリスク資産となる

負債を時価評価した場合の資産運用 剰余リスクからのインプリケーション

○ アセットアロケーション(資産配分)戦略の変化

- 負債の主なリスクは金利リスクと仮定平均分散法による最適ポートフォリオ戦略の例

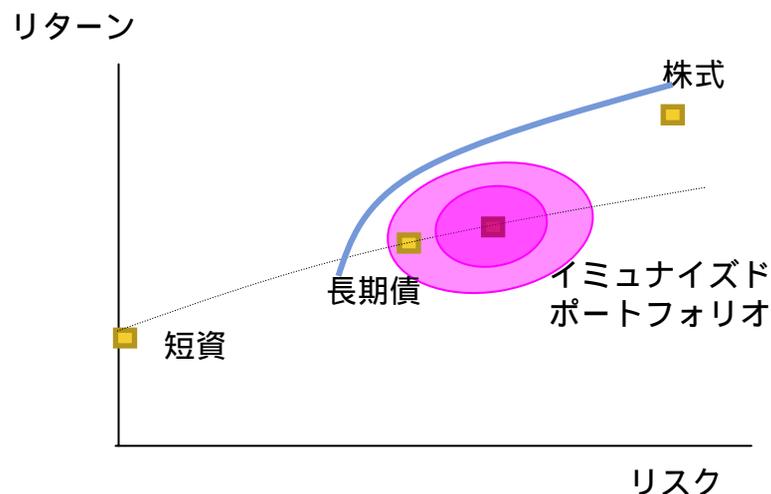
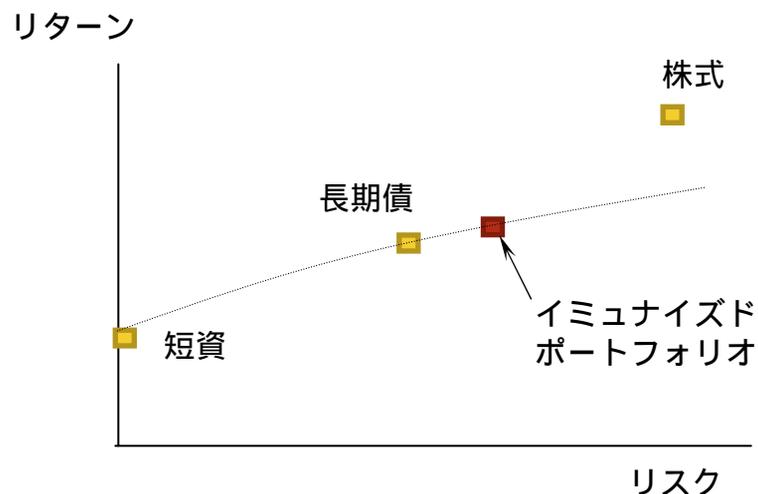


負債を時価評価した場合の資産運用 剰余リスクからのインプリケーション

○ 負債のヘッジ可能リスクとヘッジ不可能リスクについて

● 負債のリスクが全てヘッジ可能である場合

- 金利リスクのみの場合、負債と同じデュレーションの債券ポートフォリオ(イミュナイズドポートフォリオ)が構築できれば、負債リスクを完全ヘッジできる
- 期待リターンを改善を狙い、自己資本の許す範囲内で、イミュナイズドポートフォリオにその他リスク資産を組み入れることが可能



負債を時価評価した場合の資産運用 剰余リスクからのインプリケーション

- 負債のヘッジ可能リスクとヘッジ不可能リスクについて
 - ヘッジ可能とヘッジ不可能リスクが混在する場合
 - 金利リスクをイミュニゼーションで完全ヘッジしても、ヘッジ不可能リスクが残る
 - 実際にはヘッジ可能リスクについてもベースリスクが残る
 - ヘッジ不可能リスクは、ヘッジ不可能リスク同士の関係性およびヘッジ可能リスク(資産)との関係性において、分散効果が期待できるような資産配分選択を促す
 - ヘッジ不可能リスクが各資産リスクと無相関の場合、ヘッジ不可能リスクは資産配分戦略に直接影響しない。ただし、ヘッジ不可能リスクは、剰余リスクの総量に影響するため、間接的に資産配分戦略に影響を与える
 - CEIOPSの2ステップアプローチでは、ヘッジ不可能リスク(負債固有リスク)が直接的に資産配分戦略に影響しない。ただし、剰余リスク総量に影響を与えることで、間接的に資産配分戦略に影響を与える

ALM(資産負債総合管理)の手法でイミュニゼーション(レプリケーション)と分散効果を考慮したヘッジ戦略が資産運用戦略の中心になる

(参考)

- ヘッジ可能リスクとヘッジ不可能リスクの分解

$$\Delta S = A \left\{ \sum_{i=1}^n \left(w_i - \frac{\beta_{L,i}}{f} \right) R_i - \frac{1}{f} \sum_{k=n+1}^m \varepsilon_k \right\} = A \left\{ \sum_{i=1}^n \tilde{w}_i R_i + \varepsilon \right\}$$

- ヘッジ可能リスクとヘッジ不可能リスクが無相関ならば

$$V[\Delta S] = A^2 \underbrace{\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^m \rho_{i,j} \tilde{w}_i \tilde{w}_j \text{Std}[R_i] \text{Std}[R_j]}_{\text{資産配分戦略に依存}} + A^2 \underbrace{V[\varepsilon]}_{\text{資産配分戦略に依存しない}}$$

資産配分戦略に依存

資産配分戦略
に依存しない

QIS3に示されたSCR計算方法(資産リスク)

スタンダードフォーミュラの概要

○ スタンダードフォーミュラの要件

- 多くの保険会社にとって適切な測定であること
 - スタンダードフォーミュラが保険者のビジネスやヘッジ行動を適切に評価できない場合は他のモデルを利用できる可能性もある
 - 各リスクモジュールにおいても独自の計算を許容すべきとの意見もある。
 - しかし、こうした裁量を認めることは多くのメンバーが強く否定
 - 多大なコストがかかるため
 - 比較可能性の消失, チェリーピッキングの助長, 監督コストの増加が予想されるため

○ モジュールアプローチ

- リスク要素をカテゴリに分け, それぞれの代理変数(インデックスなど)でキャピタルチャージを求め, それらを合算してSCRを得る
- 相対的な「簡単さ」と「頑健性」が特徴
- 2つのアプローチ
 - シナリオベースアプローチ(拡張性に優れ, より重要)
 - ファクターベースアプローチ

スタンダードフォーミュラの概要

○ 統合の考え方

- 正規分布を仮定した線形相関法による計算
 - 理論的な欠陥があるが実務的に都合が良い
 - 実際の価格分布が正規分布に従っていない
 - 相関係数の推定は注意深く行う必要がある
 - 保険会社は分散効果をより高く評価したいという誘因がある

○ 統合の計算方法(2ステップアプローチ)

- 1st: 同じメジャーカテゴリーのリスクが結合
 - 例えば, 株式, 不動産, 金利, 為替は同じ「市場リスク」として線形相関法で統合
- 2nd: メジャーリスク同士を線形相関法で統合
 - BSCR (Basic Solvency Capital Requirement) は5つのメジャーリスクの統合結果
- 2ステップは実際的な方法
 - 1ステップで計算しようとすると, 相関マトリクスが巨大になり, いくつかのペアにおいて正しい値を推計できない可能性が高い

スタンダードフォーミュラの概要

- キャリブレーション(計測)の概要
 - 1年間の99.5%VaRが基準
 - 各モジュール評価におけるパラメータの選択,ファクターおよびシナリオの決定は,すべてこの基準について矛盾なく決める
 - SCR全体に及ぼす影響を恣意的に決めることなく,個々のモジュール計測の明確な基準を与える
 - SCR全体構成を明確に示し,個々のリスクが全体に及ぼす影響がわかる
- 統合計算方法と一貫したキャリブレーション
 - 統合は線形相関法で計算するので,
 - 非正規性(歪み,ファットテール),非線形(ストレス時(テール)における相関の変化など)の影響を配慮し,相関係数に反映する
 - ストレス条件のもとで相関係数の安定性を評価する

スタンダードフォーミュラの詳細

BSCR

- SCRのモジュールへの分解

- CP20 P81, 5.46図 QIS3 P31, 1.3.1図

- SCRの計算

- $SCR = BSCR + SCR_{OP}$

BSCR: Basic Solvency Capital Requirement
SCR_{OP}: Capital charge for operational risk

- BSCRの計算

- BSCRは、資産 / 負債に関する5つのモジュール毎のSCRを合成して得る
 - 各セグメントの時価変化率に正規分布を仮定することで、各SCRは損失分布の標準偏差の定数倍となり、線形相関法(分散共分散法)で合成できる

$$BSCR = \sqrt{\sum_{r \times c} Corr_{r,c} SCR_r SCR_c} - KC$$

- 5つのモジュール

- SCR_{mkt}: マーケットリスク
- SCR_{def}: カウンターパーティデフォルトリスク
- SCR_{life}: 生命保険引受リスク
- SCR_{health}: 医療保険引受リスク
- SCR_{nl}: 損害保険引受リスク
- KC: 生保, 医療およびマーケットリスクに関する軽減効果

スタンダードフォーミュラの詳細

SCR_{life}

- 技術的準備金(負債時価)の計算
 - 技術的準備金 = 最良推定 + リスクマージン
 - 最良推定は, 将来キャッシュフローの期待値をリスクフリーイールドカーブで割り引いた現在価値合計
 - リスクマージンは, 将来のすべての期間にわたる負債キャッシュフローのリスクをカバーするように決められる.
 - 最良推定が確定していないことに対するリスクプレミアム
 - 当該保険債務の再保険もしくは引き継ぎ(run-off)場合に要求するであろう, 最良推定に加算すべき金額
 - リスクマージン計算で考慮される最良推定の不確実性要因
 - 割引金利の不確実性
 - 解約率の不確実性
 - 死亡率の不確実性
 - 経費率の不確実性

スタンダードフォーミュラの詳細

SCR_{life}

- 技術的準備金の変動に対するキャピタルチャージ

$$SCR_{life} = \sqrt{\sum_{r \times c} Corr_{r,c} Life_r Life_c}$$

- リスクモジュール
 - Life_{rev}: 更新リスク
 - Life_{mort}: 死亡率リスク
 - Life_{long}: 長生きリスク
 - Lifedis: 障害 / 疾病リスク
 - Life_{exp}: 経費リスク
 - Life_{lapse}: 解約リスク
 - Life_{CAT}: カタストロフリスク
- 技術的準備金の推定では「割引金利の不確実性」を考慮したが、技術的準備金(負債時価)の金利リスクに対するキャピタルチャージは、市場リスクモジュールSCR_{mkt}で考慮

スタンダードフォーミュラの詳細

SCR_{mkt}

○ SCR_{mkt} の計算

- マーケットリスクは次の6個のモジュール毎に求めたリスクを合成

$$SCR_{mkt} = \sqrt{\sum_{r \times c} CorrMkt_{r,c} \cdot Mkt_r \cdot Mkt_c}$$

● モジュール

- Mkt_{int} : 金利リスク
- Mkt_{eq} : 株式リスク
- Mkt_{prop} : 不動産リスク
- Mkt_{sp} : クレジットスプレッドリスク
- Mkt_{conc} : 集中リスク
- Mkt_{fx} : 為替リスク

金利リスク: Mkt_{int}

○ 推計方法

$$Mkt_{int} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0 \\ \Delta NAV | upwardshock \\ \Delta NAV | downwardshock \end{array} \right\}$$

NAV: 資産負債のネット
(純資産) 価値変化

- 評価時点の金利期間構造に満期に応じて決められた相対変化率 ($1+Sup$ と $1+Sdown$) を掛けた修正金利期間構造で評価, より大きい純資産価値 (資産 - 負債) 変化をキャピタルチャージとする
- Sup, Sdownのキャリブレーション
 - データ
 - 1972年以降, 月次, ドイツ国債ゼロイールド1~10年
 - 1997年以降, 日次, ユーロゼロスワップ1~30年
 - 対数正規分布を仮定 (ボラティリティが金利水準に依存していることに整合)
 - 10年までは1年の変化率を直接推計. 10年超はデータが十分ないので日次を修正

株式リスク: Mkt_{eq}

○ 推計方法

$$Mkt_{eq} = \max(\Delta NAV \mid equity\ shock, 0)$$

- 全ての個別銘柄が即座に32%(新興市場, 非上場株などは45%下落した場合の株式エクスポージャの市場価格変化(但し保険契約者が負担している部分を除く)
 - エクスポージャにはデリバティブ, ショートポジション等を含む
- ## ○ キャリブレーション
- MSCI Developed Market Index (hedged), 1970-2005, 四半期
 - 正規分布を仮定
 - 実際には負の歪度, ファットテールがあるため修正が必要
- ## ○ 代替的推計方法
- 株式リスクは短期的なもので, 長期では高いリターンをもたらすので, 長期投資は相対的にリスクが小さい
 - 保有期間に応じてリスクウェイトを調整する方法が提案されている

不動産リスク: Mkt_{prop}

○ 推計方法

- 不動産エクスポージャーに対する20%のストレスファクターで評価
 - 不動産への直接 / 間接の投資形態は区別しない

○ キャリブレーション

- 正規分布を仮定
 - 代表的インデクスの年率トータルリターンから99.5%VaRを推定し, 保守的な近似として20%とした
- ファットテール, 非流動性, 打切り誤差を考慮した相関係数
 - シナリオベース近似とファクターベース近似間の調整
 - 別の方法として, 保険会社の負債の平均デュレーションに依存させて不動産リスクの大きさを修正する方法が提案されている
 - 負債デュレーションが長いほど不動産リスクを小さくするという修正 (CP20, P110, 5.168を参照)
 - 多くのメンバーはSCRの考えとの一貫性が無いとの理由で反対

為替リスク: Mkt_{fx}

○ 推計方法

- 全通貨価値が20%の上昇 / 下落したシナリオで評価し, より大きい方をキャピタルチャージとする

○ キャリブレーション

- 7カ国の通貨バスケットのヒストリカル分析
 - 新興市場を代表する通貨として, アルゼンチンペソの割合を13%

スプレッドリスク: Mkt_{sp}

○ 推計方法

$$Mkt_{sp} = \sum_i MV_i m(dur_i) F(rating_i)$$

- 外部格付毎に決められたリスクウエイト(F)と、修正したデュレーション(m)および名目元本(MV)の積として求める
- ## ○ キャリブレーション
- リスクフリーイールドカーブに対する格付け毎のスプレッドのボラティリティを評価

集中リスク: Mkt_{conc}

○ 推計方法

- 一つのカウンターパーティへのエクスポージャ (E) を集計し、それがある閾値以上の場合にリスクと認め、格付毎に決められたウエイトに応じて集計する

QIS3へのコメント

QIS3へのコメント

○ 計算方法の適切性について

- 論理的な厳密性を犠牲にし、実際に計算できる方法を示していることから、論点は近似方法の適切性
- 「金利」と「株式」のリスクをより重視してはどうか
 - 保険会社のリスク評価で、最も重要と思われるのは、資産および負債に関するエクスポージャーの大きさと、リスクファクターの変動性の大きさから見て、「金利」と「株式」ではないかと想われる。
 - したがって、金利と株式については、その他リスクファクターと同等に線形相関法の中に埋め込むのではなく、より詳細な評価が行われてもよいのではないか(例:グリッドポイント間の相関など)
- 相関係数の前提が単純すぎないか
 - 相関行列の与え方については、保険会社の資産構成比率や負債デュレーションなどに応じて修正を施したり、選択肢を用意するなどの対応は可能ではないか

QIS3へのコメント

- 日本に適したキャリブレーションが必要
 - 金利について
 - ゼロ金利政策のバイアスの有無など慎重な対応が必要
 - 満期年限毎にSup,Sdownを求めているが、各年限の金利は完全に連動しないため、リスクを過大評価している可能性がある。
 - グリッドポイント間の相関を考慮するか、マルチファクター期間構造モデルの利用
 - その他資産
 - 株式において、代表的インデックスMSCI Developed Market Indexが日本の保険会社が保有している株式ポートフォリオを代表しているか？
 - 為替において、想定する通貨バスケットにおけるウエイト、基準通貨変更の影響は無視できないため、円を基準とする場合保険会社の保有通貨構成を勘案し、独自に再計算する必要がある
 - 相関係数行列について
 - 資産構成比率に応じて相関係数が変化するため、保険会社横断的に共通の相関行列を使用することには注意を要する
 - 簡略化した相関係数を与えているが、相関行列が満たすべき条件 (positive definite) を満足しているか注意が必要

Thank you.